

Державний вищий навчальний заклад  
«Запорізький національний університет»  
Міністерство освіти і науки України  
Кафедра «хімії»

## СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ХІМІЧНОЇ НАУКИ

Семінарське заняття

Токсичні відходи. Сучасний приклад

## План

### Вступ

1. Еколого-географічні наслідки сучасного природокористування токсичними відходами підприємств (на прикладі території карпато-подільського регіону України)

2. Сучасний спосіб знешкодження токсичних відходів

### Висновки

## Вступ

Сучасне природокористування є наслідком природної та господарської видозмін навколишнього природного середовища (НПС), яке в останні роки набуває статусу глобально зміненого („*global change*”), геоекологічного. Сьогодні як ніколи розширюється і поглиблюється „світове” розуміння охорони природи, виникає необхідність інтегрованого дослідження природно-господарських явищ і процесів. Це завдання офіційно озвучується у 1992 році на конференції ООН в Ріо-де-Жанейро – „*Порядок денний XXI століття*”. *World Summit* у Йоганнесбурзі (2002 рік) також яскраво доводить важливість акцентуації питань урівноваження „здоров’я” НПС – середовища, близького до природного та раціонально зміненого господарськими процесами. У представленій роботі основний акцент зроблений на вияв джерел забруднення (на прикладі викидів шкідливих речовин у атмосферне повітря), проаналізовано забруднення навколишнього природного середовища токсичними відходами, представлені дефініції класів токсичних відходів охарактеризована доцільність екологічних зборів для покращення сучасного природокористування.

# 1. Еколого-географічні наслідки сучасного природокористування токсичними відходами підприємств (на прикладі території карпато-подільського регіону України)

Забруднення атмосферного повітря безпосередньо відбувається промисловими, сільськогосподарськими, лісогосподарськими, житлово-побутовими господарствами. Інтенсивне зношування основних виробничих фондів, зменшення витрат на озеленення міст і промислових районів, загазованість території, надмірні викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря є першопричиною формування екологічного природокористування. Частина із перелічених чинників забруднює атмосферне повітря, не пропускає ультрафіолетові промені, змінює мікроклімат, погіршує природне освітлення [1].

Викиди у атмосферне повітря здійснюють стаціонарні і пересувні джерела. Однак найбільше забруднюють НПС стаціонарні джерела (рис. 1).

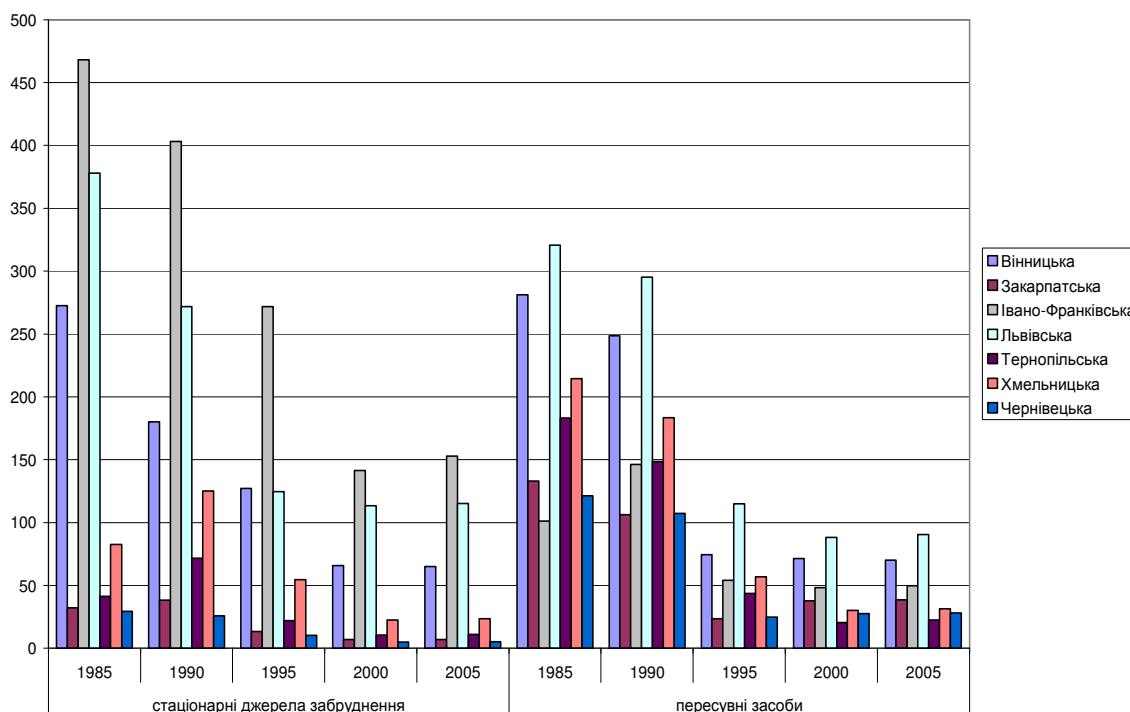


Рис. 1. Викиди шкідливих речовин у атмосферне повітря (тис. т)

Основними видами забруднення на території Карпато-Подільського

регіону (КПР) є газоподібні та рідкі речовини. Серед них лєвова частка припадає на сірчаний ангїдрїд, . Із викидами промислових підприємств в атмосферне повітря поступає понад 150 видів шкідливих хїмічних речовин бїльшїсть з яких не має нї запаху, нї кольору, однак є „зарядом” посиленої дїї до інтеграції негативного впливу [1-5]. Ефектом інтеграції надїлені ацетон і фенол, ацетон і ацетофенол, сірчаний газ і фенол, сильні мїнеральні кислоти. Наявнїсть у повітрі кїлькох шкідливих речовин у допустимих концентраціях викликає у людини депресїю, формує у свїтлу пору доби сонливїсть, послаблює імунну систему, інакше кажучи - погїршує її стан та здоров'я.

Щороку кїлькїсть викидів у атмосферне повітря збїльшується у 1,0–1,5 рази. Серед областей КПР зростаючими показниками викидів на 1 км<sup>2</sup> і на одну особу характеризується Івано-Франківська область. В області 1/3 підприємств викидає в атмосферу 84,5 % шкідливих речовин.

Забруднення НПС обумовлено використанням лісових, водних, мїнерально-сировинних та інших видів ресурсів. До прикладу, викиди підприємств обробної промисловості складають 22 % від загальної кїлькості викидів, на підприємства-виробники електроенергїї, газу та води припадає 31 % викидів. Промисловими підприємствами здійснюються викиди у атмосферне повітря неочищених шкідливих речовин (у Закарпатській, Тернопільській, Чернівецькій областях на них припадає від 90 до 94 %). У Львівській області пересїчно одним підприємством у 2005 р. в атмосферне повітря викинуто 107 тонн шкідливих речовин. У попередні роки викиди становили 120 і бїльше тонн. Їх зменшення обумовлено використанням вугїлля кращої якості, обмеженням транспортуванням нафти територїєю області, впровадженням нових покращених технологїй виробництва. Основними забруднювачами атмосфери, як і ранїше, залишаються підприємства великих мїст та обласних центрів (табл. 2).

Таблиця 2

**Викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення в окремих містах КПП (тис. т)**

Область, місто	Роки			Викинуто одним підприємством у 2000 р.
	1990	1995	2000	
<b>Вінницька</b>	<b>180,2</b>	<b>127,0</b>	<b>65,6</b>	<b>134,9</b>
Вінниця	10,7	4,6	2,6	34,3
<b>Закарпатська</b>	<b>38,2</b>	<b>13,2</b>	<b>7,0</b>	<b>24,5</b>
Ужгород	2,2	0,8	0,7	14,4
Воловець	–	–	0,7	75,5
<b>Івано-Франківська</b>	<b>403,3</b>	<b>271,7</b>	<b>141,3</b>	<b>467,9</b>
Івано-Франківськ	5,6	2,7	1,2	18,0
Бурштин	308,1	220,0	119,8	23964,2
<b>Львівська</b>	<b>271,9</b>	<b>124,6</b>	<b>113,2</b>	<b>171,8</b>
Львів	13,5	5,8	3,0	13,0
Добротвір	–	–	70,6	70554,7
<b>Тернопільська</b>	<b>71,6</b>	<b>21,9</b>	<b>10,5</b>	<b>19,1</b>
Тернопіль	8,7	3,2	1,1	8,5
Кременець	–	–	1,3	37,1
<b>Хмельницька</b>	<b>125,2</b>	<b>54,4</b>	<b>22,5</b>	<b>31,7</b>
Хмельницький	7,9	5,6	2,8	20,7
Староконстантинів	–	–	0,7	17,9
<b>Чернівецька</b>	<b>25,9</b>	<b>10,3</b>	<b>4,7</b>	<b>22,4</b>
Чернівці	9,7	2,8	1,6	18,6

У сільських населених пунктах ситуація краща: відхилення від санітарних норм реєструвалися в 4,1 % відібраних проб (у 2005 р. – 11,2 %). Для порівняння зазначимо, що у містах відхилення від санітарних норм прирівнюються до 4,3 % (у 2005 – до 6,4 %). Про існуючі відхилення від норм засвідчує наступна інформація: за окремими інгредієнтами відхилення від норми викидів по пилю у відібраних пробах складають 5,5 %, по сірчистому ангідриду – 4,9 %, нітроген (IV) оксид – 7,5 %, формальдегіду – 1,0 %. Тимчасове, впродовж одного–двох місяців на рік (переважно восени), забруднення повітряного басейну на території КПП здійснюється підприємствами переробних галузей харчової промисловості [2].

Суттєвим „забрудником” НПС є автотранспорт, викиди якого у п’ять разів перевищують обсяги шкідливих речовин, що надійшли від стаціонарних джерел забруднення у Чернівецькій, втричі у Закарпатській та Тернопільській, вдвічі у Хмельницькій областях.

В КІР стаціонарними джерелами забруднення у 2005 р. викинуто в атмосферу майже 87 % газоподібних і рідких речовин (Тернопільська область – 79,6 %; Хмельницька область – 99,4 %; Вінницька область – 80 %; Закарпатська область – 70,5 %; Львівська область – 79 %; Івано-Франківська область – 76 %; Чернівецька область – 79 %). У їх складі переважають сірчистий ангідрид, вуглеводні, леткі органічні сполуки та інші речовини (рис. 2). Найбільше шкідливих речовин викидають підприємства Гусятинського, Кременецького, Тернопільського, Чорківського районів, м. Тернополя (Тернопільська область), Кам’янець-Подільського, Із’яславського, Летичівського районів Хмельницької області, Бершадського, Немирівського, Шаргородського, Могилів-Подільського районів Вінницької області, Ужгородського, Свалявського, Воловецького, Хустського районів Закарпатської області, Галицького, Долинського, Богородчанського, Тисменицького районів Івано-Франківської області, Дрогобицького, Стрийського районів Львівської області, Вижницького, Герцаївського, Заставнівського, Кельменецького, Кіцманського, Сокирянського районів Чернівецької області.

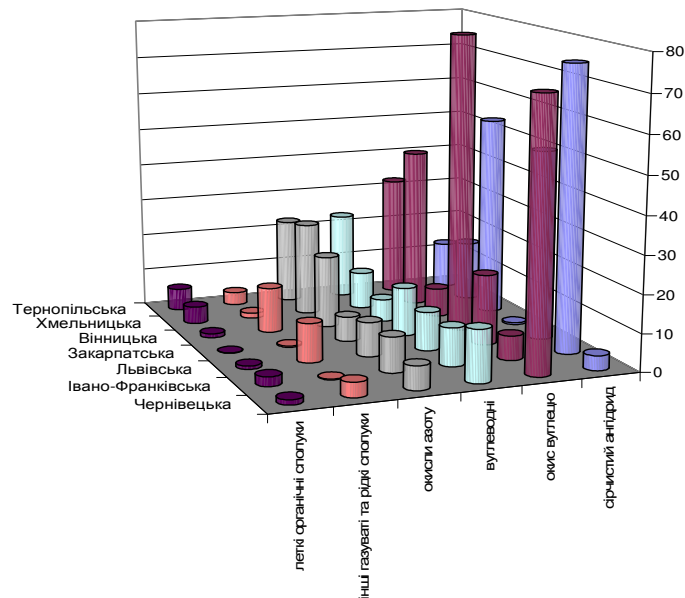


Рис. 2. Хімічний склад викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення (%)

У розрахунку на один квадратний кілометр у 2005 р. найвищі показники викидів від стаціонарних джерел зафіксовані у м. Тернополі, Гусятинському, Чортківському, Кременецькому районах (відповідно 16,2; 2,2; 1,3; 1,0 т); Кам'янець-Подільському, Красилівському (281 і 54 т); мм. Ладижин (2,8 тис. т), Вінниці (33,9 т), Могилів-Подільському (17,1 т), Заставнівському і Герцаївському районах (1,1 і 1,0 т), мм. Чернівцях і Новодністровську (11,8 і 7,9 т), Галицькому районі (212,4 т), м. Калуші (28,1 т), Турківському районі (62 кг) [3].

Найвищі обсяги викидів спостерігаються у м. Івано-Франківську – 174,9 т (що у 55,1 рази вище від пересічних по області показників), м. Калуші – 76,1 т (у 24,0 рази), м. Коломиї – 69,9 т (у 21,9 рази), м. Дрогобичі (135,7 т), мм. Мукачеві (40,8 т), Ужгороді (28,2 т), Берегово (8,5 т), Хусті (6,1 т).

Викиди промислових і побутових підприємств негативно впливають на здоров'я людини. На території Подільської височинної області, у Тернопільській області вони становлять 9,1 кг, у Хмельницькій області – 13,0 кг, Вінницькій області – 32,8 кг у розрахунку на одну особу.

Показники забруднюючих речовин на території Українських Карпат (у розрахунку на одну особу) зростають у напрямку із заходу на схід. У Закарпатській області на одного мешканця припадає 10,6 кг, у Львівській 36,9



кг, (у Стрийському районі у 2003 р. на одну особу припадало 137,3 кг). Найменше викидів зафіксовано у Турківському районі (1,4 кг). В Івано-Франківській області негативний вплив від роботи промислових підприємств відчули на собі мешканці м. Бурштина (10,1 т шкідливих речовин на одну особу), смт. Богородчани (564 кг), Долини (369 кг), Надвірної (167 кг) (для порівняння зазначимо, що пересічний показник по області складає 129,4 кг). У Чернівецькій області (обласний показник становить 6,5 кг) загальна кількість викидів коливається від 12,9 кг (Вижницький район) до 12,1 кг (Заставнівський район).

Характер та рівень забруднення НПС в першу чергу залежить від форм власності підприємств. Найбільша частка викидів припадає на підприємства державної форми власності (близько 80 %), пересічна – на колективні підприємства (10 %), найменша – на приватні підприємства та власність міжнародних організацій і юридичних осіб інших держав (0,1 %) [8].

На загальному терені України КПП належить до регіонів, що найменш забруднені токсичними відходами (рис. 3). Однак і тут є свої проблеми.

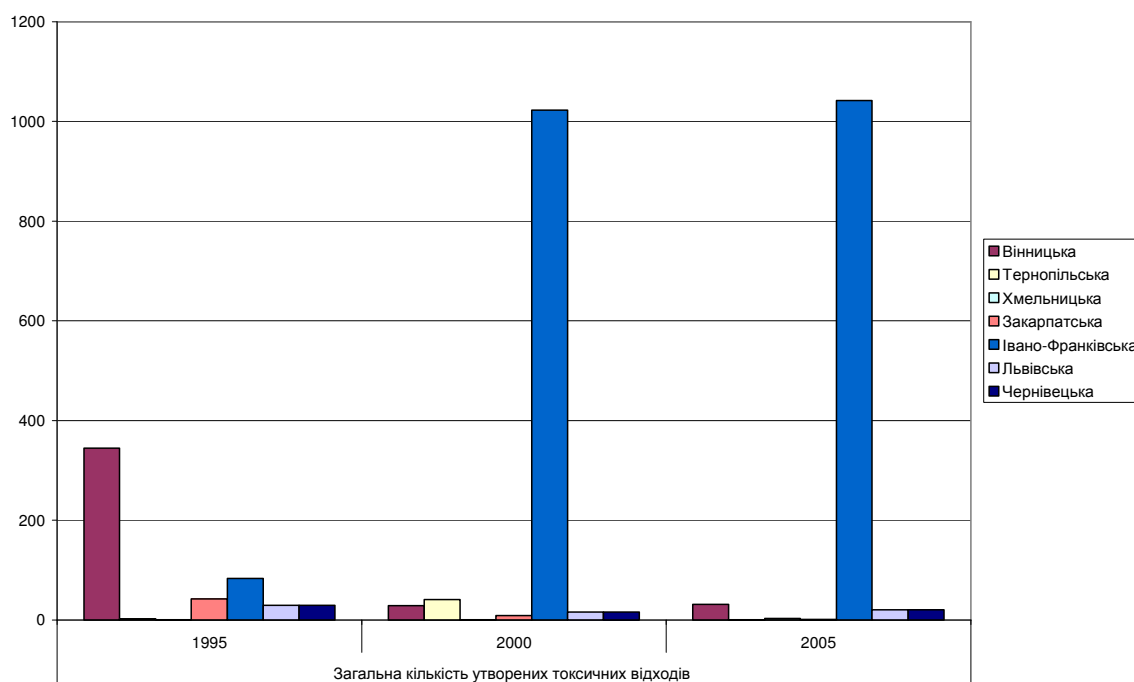


Рис. 3. Загальна кількість утворених токсичних відходів (т)

У сховищах організованого складування зберігається від 1 т/км<sup>2</sup> токсичних промислових відходів (Закарпатська, Тернопільська, Хмельницька області) до

35–40 т/км<sup>2</sup> (Івано-Франківська, Вінницька і Чернівецька області). Однак це не заспокійливий аргумент. З 1995 по 2005 рр. в регіоні утворилося відходів у 2–3 рази більше, ніж їх можна використати, знешкодити, чи направити у спеціальні місця складування (рис. 4).

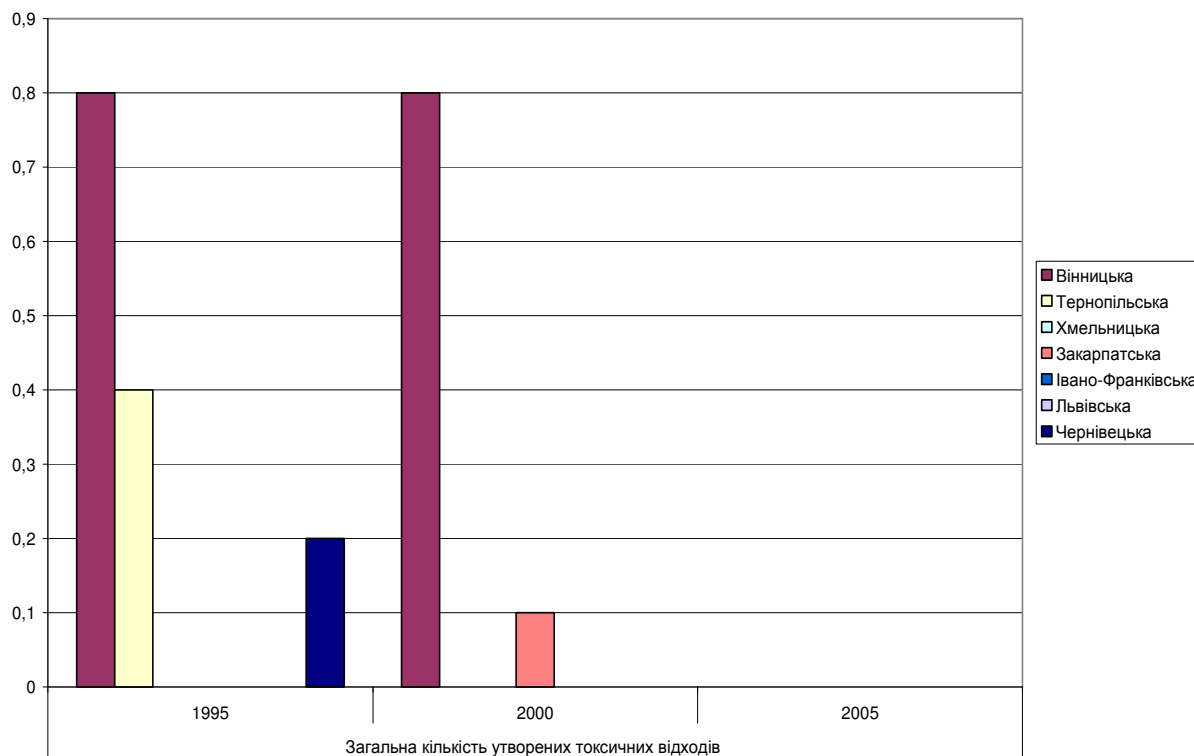


Рис. 4. Загальна кількість токсичних відходів, що відправлені у спеціальні місця складування

За останні роки на території КПП відбуваються непередбачувані ситуації, які пов'язані з активізацією хімічних реакцій, особливо у теплу пору року. Випаровуваність шкідливих хімічних речовин призводить до захворювання населення, формує такі ситуації про які 15-20 років тому пересічний мешканець регіону не міг і думати. Це стосується захворювання на лейкемію, онкологічні та серцево-судинні хвороби немовлят та дітей віком до 10-ти років [4].

Токсичні відходи за рівнем небезпеки поділяються на чотири класи. До *першого* класу відносяться ядохімікати, пестициди, відходи гальванічного виробництва, ртутні лампи; до *другого* – формальдегід, нафтовідходи та нафтошлами. Відходами *третього* класу небезпеки переважно є нафтошлами. *Четвертий* клас – це фосфорогіпс, шлами до складу яких входить фосфор, а

також осади відстійників [5].

На території КІР наявні токсичні відходи всіх класів небезпеки. Більшість із них відносяться до четвертого класу і за кількісними показниками в декілька разів перевищують відходи першого класу. Всі вони безперечно є результатом промислового та сільськогосподарського виробництва. Промислові відходи утворюються на основних та побічних виробництвах переробної, харчової, машинобудівної, легкої промисловості, внаслідок спалювання твердого палива та експлуатації автомобільного транспорту. Відходи, які не мають подальшого збуту, або відсутні технології їх утилізації, тимчасово зберігаються на територіях підприємств, що також формує певний стан екологічної напруги регіону.

У територіальному відношенні найбільшими показниками токсичних відходів характеризуються Львівська область (Дрогобицький, Золочівський, Миколаївський, Перемишлянський, Радехівський, Старосамбірський райони, великі міста та обласний центр м. Львів), Закарпатська область (Ужгородський, Свалявський, Мукачівський, Хустський райони, *IV клас – 89,9 %, I–III класи – 10,1 %*), Івано-Франківська область (Богородчанський, Тисменицький, Надвірнянський, Калуський, Коломийський райони, *98,3 % – відходи IV класу, 0,9 % – III класу; 0,8 % – I класу*), Чернівецька область (Заставнівський, Новоселицький, Путильський, Сокирянський, Хотинський райони, *IV клас – 99,6 %, I–III класів – 0,4 %*), Тернопільська область (Бучацький, Гусятинський, Збаразький, Зборівський, Козівський, Лановецький, Теремовлянський, Чортківський райони, *відходи I, II та IV класів небезпеки становлять відповідно 11,3 %, 11,7 % та 9,0 % до загальної кількості, III класу – 68 %*), Хмельницька область (Хмельницький, Дунаєвецький, Кам'янець-Подільський, *92,7 % – IV клас небезпеки, 2,0 % – III клас, 4,0 % – II клас, 1,3 % – I клас*), Вінницька область (Барський, Бершадський, Гайсинський, Тростянецький, Тиврівський, Чечельницький райони, *98,6 % – IV клас, 1,28 % – III клас, 0,06 % – II клас, 0,00 % – I клас*) [11].

Основним усталеним заходом урегулювання викидів токсичних відходів

в регіоні залишається їх складування (рис. 5).

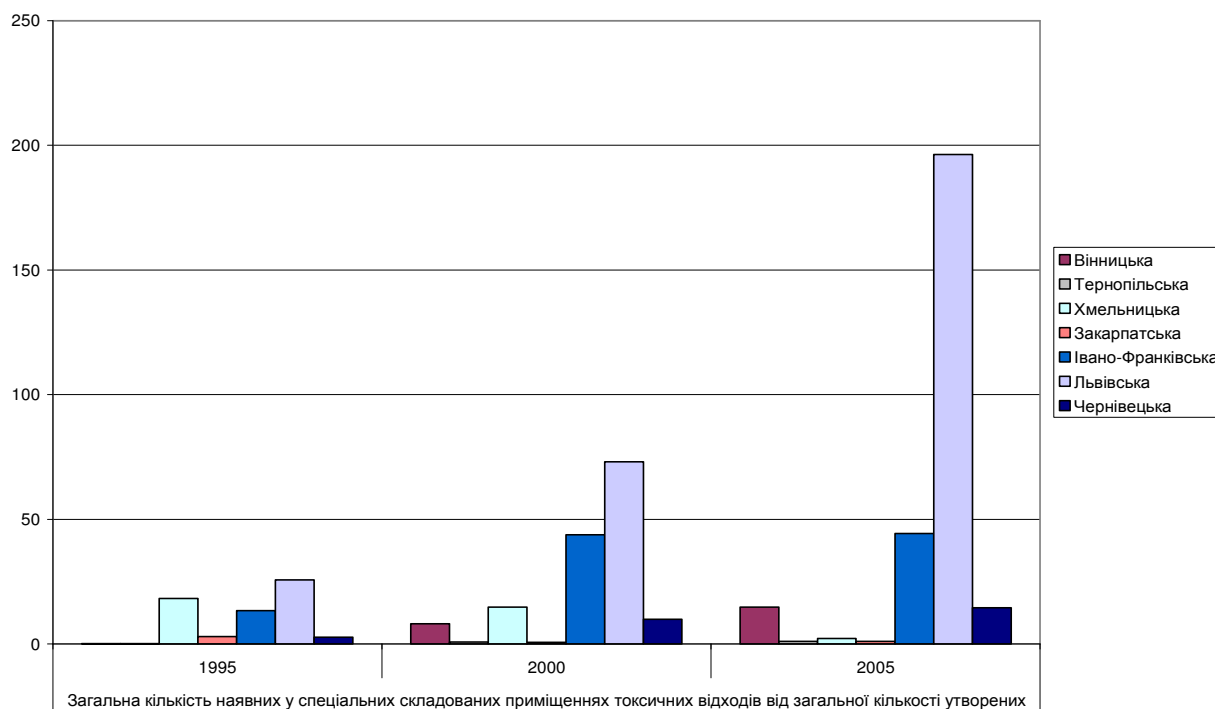


Рис. 5. Загальна кількість токсичних відходів наявних у спеціальних складованих приміщеннях (від загальної кількості утворених)

Так з 1995 по 2005 рр., за рахунок використання цього заходу, їх кількість суттєво зменшилася: у Тернопільській області – на 0,5 тис. т; у Вінницькій області – на 0,09 тис. т; Закарпатській області – на 0,02 тис. т; Львівській області – 0,08 тис. т; у Чернівецькій – на 0,7 тис. т. Тільки у Івано-Франківській і Хмельницькій областях спостерігається зростання складування токсичних відходів (відповідно на 12,5 і 10,6 тис. т).

Знешкодження та використання токсичних відходів в регіоні можливе на великих промислових підприємствах, що мають відповідне устаткування. У більшості випадків умови зберігання відходів не відповідають санітарно-гігієнічним вимогам. Екологічна ситуація в регіоні вимагає моніторингу за викидами шкідливих речовин у НПС та токсичними відходами. Дієвим методом наразі є екологічні збори (рис. 6). Однак, за своїми показниками, вони не в змозі хоча б частково покращити стан НПС.

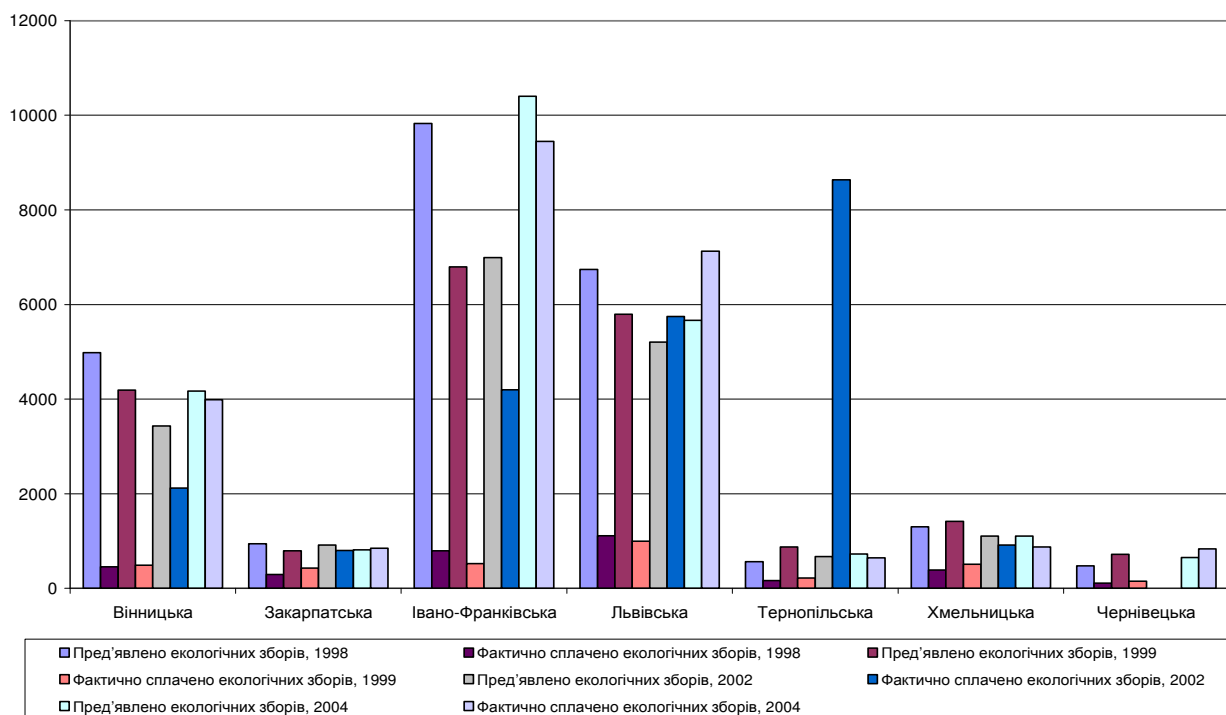


Рис. 6. Екологічні збори пред'явлені та фактично сплачені підприємствами, установами, організаціями за забруднення НПС (тис. грн.)

## 2.Сучасний спосіб знешкодження токсичних промислових відходів

Винахід відноситься до способів переробки (знешкодження) скидних мінералізованих вод АЕС, що містять екологічно небезпечні токсичні речовини, зокрема етаноламін, і промислових відходів (фосфогіпсу) підприємств з виробництва фосфорних добрив і фосфорної кислоти. Отриманий після дистиляції рідких токсичних відходів і глибокого упарювання кубового залишку зневоднений сольовий продукт, що містить токсичний етаноламін, змішують з фосфогіпсом і піддають отриману суміш двухстадійної термічній обробці при постійному перемішуванні і температурі 120-200 ° С до отримання сипучого продукту (стадія глибокого зневоднення). Потім продукт обпалюють в випалювальній печі при температурі 900-1200 ° С (стадія відновного випалу) до повного згоряння

етаноламіну і завершення процесу термохімічного розкладання мінеральних солей і фосфогіпсу в вапно, магнію(II) оксид. Технічний результат - знешкодження скидних мінералізованих вод АЕС, що містять токсичний етаноламін; утилізація промислових екологічно небезпечних відходів (фосфогіпс) підприємств з виробництва фосфорних добрив і фосфорної кислоти.

Винахід відноситься до галузі охорони навколишнього середовища, а точніше до технології знешкодження (переробки) промислових відходів, що містять токсичні та екологічно небезпечні речовини.

В даний час на вітчизняних і зарубіжних атомних електричних станціях (АЕС) з реакторними установками (РУ) типу ВВЕР (PWR) широке розповсюдження отримав водно-хімічний режим (ВХР) з використанням як антикорозійної корекційної добавки (інгібітора корозії) до теплоносія етаноламіну (ЕТА). Даний режим, зокрема, передбачений на споруджуваній другій черзі Ленінградської АЕС з ВВЕР.

Незважаючи на явні переваги етаноламінового ВХР другого контуру РУ в порівнянні з аміачно-гідразин, такі як зниження корозії конструкційних матеріалів, зменшення кількості утворюються на поверхнях обладнання і трубопроводів другого контуру експлуатаційних відкладень і, відповідно, продовження ресурсу роботи основного обладнання РУ, використання ЕТА в якості добавки до теплоносія створює екологічні проблеми. Жорсткі вимоги щодо обмеження змісту ЕТА у водних скидах, пов'язані з його високою токсичністю, викликають необхідність утилізації (знешкодження) рідких відходів від АЕС (скидні високо сольові води від регенерації іонітових фільтрів системи конденсатоочищення і регенераційні стоки системи очищення продувних вод парогенераторів) [7].

У переліку відходів різних виробництв, що створюють додаткове екологічне навантаження на навколишнє середовище, в Ленінградському регіоні також можна виділити відходи від переробки природних фосфоритів

або апатитів, використовуваних при виробництві фосфорної кислоти і фосфорних добрив на ТОВ «Фосфорит» в г.Кінгісеппе, а саме фосфогіпс.

Зменшення викидів шкідливих хімічних речовин у всьому світі досягається шляхом очищення і переробки скидів різними фізико-хімічними методами, концентрування шкідливих речовин з подальшим їх зберіганням на виділених площах. Для більш ефективного вирішення актуальних проблем захисту біосфери планети від впливу на неї токсичних сполук необхідно не тільки посилення вимог до складу і кількості скидаються у природне середовище промислових відходів (газоподібних, рідких або твердих), а й забезпечення безпечних умов тривалого зберігання кінцевих продуктів переробки токсичних відходів. Вважається, що оптимальним вирішенням екологічних проблем, пов'язаних з виробничою діяльністю підприємств, є замкнуті технології (безвідходні виробництва), які дозволяють в процесі виробництва основних продуктів (електроенергія, фосфорна кислота і фосфорні добрива та ін.) Не тільки надійно утилізувати утворюються екологічно небезпечні відходи, але й забезпечити можливість використання продуктів їх переробки у виробничому циклі підприємств або в народному господарстві. При цьому важливими чинниками ефективності таких технологій є їх енергоємність, вартість і доступність використовуваних в циклі знешкодження відходів енергоносіїв, реагентів і матеріалів.

У практиці утилізації високомінералізованих рідких відходів АЕС, що містять токсичний ЕТА або інші шкідливі органічні речовини, в даний час найбільш прийнятними вважаються способи їх переробки з використанням хімічних (окислення і розкладання органічних домішок гіпохлоритом натрію, хлорним вапном та ін.), Фізичних (електролітичне розкладання органічних речовин) і біологічних (біологічне руйнування органічних речовин активними мікроорганізмами) методів. У зв'язку з тим, що ЕТА вельми складно зруйнувати до вуглекислого газу та азоту вважається, що найбільш ефективними є комбіновані технології його знешкодження, що передбачають

застосування хімічних, фізичних та біологічних методів [8]. Кожен з розглянутих вище способів знешкодження ЕТА має свої специфічні недоліки.

Хімічний метод вимагає:

- Як мінімум, триразового надлишку окислювача по відношенню до теоретично необхідному його кількості, що істотно збільшує загальний солевміст знешкоджених відходів;

- Знешкодження надлишку використовуваного окислювача;

- Застосування великогабаритного устаткування (реакторів-змішувачів, басейнів зберігання кінцевих високомінералізованих вод та ін.).

Електролітичний метод передбачає проведення ефективної предочистки відходів від суспензій і розчинених металів, яка проводиться з використанням великогабаритного устаткування (змішувачів, осаджувачів-відстійників, механічних фільтрів та ін.). Самі електролізери громіздкі (довжина - 17,5 м, ширина - 7 м і висота - 3 м, кількість катодного-анодних електродних пар - 1040), а застосовувані в них електроди дорогі, так як вони виготовляються з нержавіючої сталі і титану, покритих благородними металами [9].

Біологічний метод малоефективний (необхідно тривалий час витримки знешкоджує вод в системі). Система очищення не може працювати в зимовий час в північних районах. Потрібні великі площі для ставків, а після припинення роботи біологічних ставків територія, на якій вони розташовувалися, виявляється практично втраченою [10]. Самі біологічні ставки представляють відому екологічну небезпеку для навколишнього місцевості, пов'язану з можливістю несанкціонованого виходу токсичних відходів (газоподібних, пилоподібних, аерозольних і рідких) в біосферу регіону розташування промислових підприємств .

Загальним недоліком розглянутих способів є актуальна проблема екологічно безпечного зберігання кінцевих продуктів переробки, що представляють собою високосолеві розчини та / або сухі солі. Відомо, що досить складним і поки ще невирішеним в системі енергетики є питання про



сухих солях. Солі, що утворюються при очищенні стоків з хімоводоочисток та інших технологічних систем електричних станцій, розчинні у воді і, отже, зберігати їх під відкритим небом, заповнюючи ними яри і вироблені кар'єри, не можна.

Утворений від переробки природних фосфоритів або апатитів фосфогіпс (ФГ) являє собою, в основному, двуводний гіпс ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) з механічною водо-розчинної домішкою фосфор (V) оксид ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) і деякої кількості кремнезему і полуторних окислів металів. За розрахунковими даними при виробництві екстракційної фосфорної кислоти відхід фосфогіпсу на 1 т  $\text{P}_2\text{O}_5$  становить 4-6 т, що пов'язано з проблемами складування фосфогіпсу та охорони навколишнього середовища. В даний час основна маса фосфогіпсу зберігається на відкритих відвалах (технологічних картах сухого складування фосфогіпсу).

Практично всі відомі способи утилізації фосфогіпсу проводяться шляхом його термічного розкладання (випалу) при температурах 900-1200 °С з використанням як відновника і палива вуглецевих матеріалів (графітова пил, кам'яне вугілля, нафтового коксу, лігніт-боксит та ін., А також газу, одержувані при конверсії природного газу водяною парою). При цьому в зоні випалу підтримують необхідний відновний потенціал середовища (відношення -  $\text{CO} / \text{CO}_2$ ), який зазвичай визначається експериментально.

Часто в практиці знешкодження фосфогіпсу та виробництва на його основі будівельних змішаних цементів в якості добавок до фосфогіпсу, крім вуглецевих матеріалів, використовують природні мінеральні речовини (доломіт, апатит, фосфорит та ін.) Найбільш близьким до заявляється є термічний спосіб знешкодження регенераційних стоків хімоводоочисток ТЕС і АЕС, включає їх упарювання до сухих солей з подальшим їх вивезенням на спеціальні полігони промислових відходів.

Завданням цього винаходу є створення способу знешкодження скидних високомінералізованих вод АЕС, що містять токсичний етаноламін, і

екологічно небезпечних мінеральних відходів виробництва фосфорних добрив і фосфорної кислоти (фосфогіпсу), що дозволяє:

- Знешкодити скидні мінералізовані води АЕС, що містять токсичний етаноламін;
- Утилізувати промислові екологічно небезпечні відходи (фосфогіпс) підприємств з виробництва фосфорних добрив і фосфорної кислоти;
- Використовувати кінцеві продукти знешкодження фосфогіпсу та скидних токсичних вод в технологічному циклі АЕС в якості: мінеральної сорбційної добавки до цементу при проведенні завершальної стадії знешкодження рідких радіоактивних відходів (стадія затвердіння); мінеральної сировинної добавки до цементу в композиційних складах, використовуваних в будівельній і дорожньо-будівельній галузях промисловості; нейтралізуючого агента кислих скидних вод замість їдкого натрію.

Для вирішення поставленого завдання і досягнення зазначеного технічного результату в способі переробки екологічно небезпечних рідких відходів атомних і теплових електричних станцій, що включає їх попередню дистиляцію з отриманням конденсату та кубового залишку і концентрування кубового залишку глибоким упарюванням до сухого продукту з подальшою евакуацією сухого продукту на спеціальні полігони промислових відходів, пропонується отриманий після глибокого упарювання відходів зневоднений сольовий продукт, що містить токсичний етаноламін, змішувати з фосфогіпсом і піддавати отриману суміш двухстадійній термічній обробці при постійному перемішуванні при температурі 120-200 ° С до отримання сипучого продукту (стадія глибокого зневоднення), після чого продукт обпалювати в випалювальній печі при температурі 900-1200 ° С (стадія відновного випалу) до повного згоряння етаноламіну і завершення процесу термохімічної трансформації (розкладання) мінеральних солей і фосфогіпсу в вапно.

Пропонується також утворюються на стадіях глибокого упарювання і глибокого зневоднення газу направляти в піч випалу.

Крім того, пропонується отриманий після випалу кінцевий продукт використовувати як мінерально-сорбційної добавки до цементу при проведенні стадії затвердіння концентратів рідких радіоактивних відходів АЕС або в якості мінеральної сировинної добавки до цементу в композиційних складах, використовуваних в будівельній і дорожньо-будівельній галузях промисловості, а утворюється сірчаний газ окислюється до сірчаного ангідриду. Одержувану при цьому сірчану кислоту (контактний метод отримання сірчаної кислоти) використовувати в технологічному циклі АЕС, наприклад при регенерації Н-катионітових фільтрів системи очищення конденсату.

Сутність заявляється способу полягає в тому, що в ньому закладено принцип «токсична утилізується з токсичним». Пропонується, наприклад, знешкодження скидних нерадіоактивних мінералізованих вод АЕС, що містять токсичний ЕТА, проводити спільно з екологічно небезпечним промисловим відходом (фосогіпсом) з отриманням на завершальній стадії їх знешкодження продуктів, придатних до застосування на АЕС і в народному господарстві, тобто організувати на АЕС безвідходне екологічно безпечне виробництво (замкнений виробничий цикл).

Катионний склад високосольових скидних вод споруджуваної в районі АЕС в основному визначається складом вихідної природної води, яка після хімоводоподготовки використовується в технологічному циклі АЕС. Склад вихідної природної води та скидних мінералізованих вод споруджуваної АЕС характеризується усередненим вмістом таких основних домішок:

Скидні води від Н-катионітових фільтрів системи очищення конденсату другого контуру (основний потік).

Сульфати Ca, Mg, Na.

Сумарний солевміст до 5 г / кг.

Етаноламін до 1 г / кг. Вихідна природна вода (очищена вода річки систему). Сульфати і карбонати Ca, Mg, Na Ca<sup>+2</sup> - 66, Mg<sup>+2</sup> -31, Na<sup>+1</sup> -. 3 мас%

Сумарний солевміст до 0,3 г / кг.

У процесі використання вихідної природної води в технологічному циклі АЕС вода звільняється від карбонатів. Тому скидні води по мінеральному складу можна віднести до продуктів руйнування природних мінералів - гіпсу (CaSO<sub>4</sub> • 2H<sub>2</sub> O) і кізериту (MgSO<sub>4</sub> • H<sub>2</sub>O) Відомо, що при прожаренні гіпсу і кізериту в присутності органічних вуглецевмісних добавок або продуктів їх термічного розкладання, що володіють відновними властивостями, в промисловості отримують мінеральні будівельні матеріали різного призначення і сірчану кислоту. Наприклад, при випалюванні гіпсу (900-1200 ° С) можна отримати так званий гідравлічний гіпс (xCaSO<sub>4</sub> • yCaO), який при замішуванні з водою дає затвердевающую, механічно міцну, водостійку масу (продукт). Природний кізерит може служити хорошим матеріалом для отримання магнію (II) оксиду MgO, який використовують у суміші з MgCl<sub>2</sub> в якості магнезійного цементу.

Також відомо, що при виробництві сировинної суміші (мінеральної добавки до портландцементу) яка містить вуглець добавки до фосфогіпсу і доломіту використовують природний лігніт-боксит, що містить до 10% (від ваги породи) вуглецю .З цього ж джерела слід ,що на 1 тону переробляється суміші фосфогіпсу і доломіту необхідно 0,33 тону лігніт-бокситу, що містить близько 0033 тону органічних речовин у перерахунку на карбон.

Етаноламін (NH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub> OH) також є пальною органічною речовиною, що володіє відновними властивостями. Температура кипіння ЕТА -171 ° С. ЕТА змішується з водою в усіх відношеннях. Сам ЕТА і його водні розчини дуже токсичні. Гранично допустима концентрація ЕТА в скидних водах не

більше 0,01 мг / л. Елементарний склад ЕТА: С - 40, Н - 11, О - 26 і N - 23 мас%, відповідно. За елементарним складом і процентним вмістом хімічних елементів у ЕТА він близький до таких палив, як суха деревина, торф, мох, лігніт, етиловий спирт [11], теплотворна здатність яких становить від 4500 до 6500 ккал / кг палива. Також відомо, що при повному згорянні органічних речовин у присутності кисню повітря входять до їх складу карбону і гідрогену цілком перетворюються в карбон (IV) оксид і воду, а азот зазвичай виділяється у вільному стані. На цьому заснований кількісний аналіз органічних речовин. Таким чином, кінцевими продуктами спалювання ЕТА є екологічно безпечні відходять гарячі газові скиди, що містять  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$  і  $\text{H}_2\text{O}$ .

У разі переробки рідких відходів АЕС, що містять етаноламін, відповідно до запропонованим способом отримується перед випалюванням 1 тонна продукту (сольовий концентрат з ЕТА) буде містити близько 0,167 тонни етаноламіну, що в перерахунку на карбон становить не менше 0,07 тонни.

## **Висновки**

1. Однією з основних проблем, що формують екологічну ситуацію на території КПП є викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення. Справа в тому, що їх облік неможливо реально провести. У більшості випадків викиди мають стихійний характер. Промислові, сільськогосподарські, житлово-комунальні підприємства сплачують нормовану суму виплати за викиди у атмосферне повітря шкідливих речовин, яка встановлена ще на початку 80-х років минулого століття шляхом проведення екологічної паспортизації підприємств і з того часу фактично не поновлювалася. Тому єдиним методом в даному випадку є, моніторинг за

переглядом державної програми з питань збільшення плати за викиди шкідливих речовин у атмосферне повітря.

2. Аналогічна ситуація характерна і для іншого виду забруднення НПС – токсичних відходів. Приміщення та склади, в яких вони зберігаються побудовані 50–30 років тому. В останні роки все частіше можна почути інформацію про неконтрольовані умови їх складування. Не виключене стихійне забруднення НПС, тому що контроль за їх станом та наявністю службами охорони природи давно не ведеться. При такій ситуації необхідно переглянути державну політику в цій сфері господарювання шляхом створення моделі оптимального екологічного стану території, яка поєднає державні та регіональні інтереси суспільства в галузі природокористування та моніторингу за станом НПС, базується на використанні сучасних технологій складування і охорони та відповідає світовим стандартам.

### **Список використаної літератури**

1. Довкілля Івано-Франківської області. Статистичний збірник. м. Івано-Франківськ, 2003 – 153 с. (рукопис).
2. Довкілля України. Статистичний збірник. – К., 2003. – 310 с.
3. Довкілля України. Статистичний збірник. – К., 2005. – С. 15–70.
4. Довкілля Хмельниччини. Статистичний збірник. – Хмельницький, 2003. – 81 с. (рукопис).
5. Економіка природоохоронної діяльності (витяги з нормативно-правових актів) // Довідник з питань економіки та фінансування природокористування і природоохоронної діяльності. – К.: Вид-во „Геопринт”, 2010. – С. 177.
6. *Е.К.Кілінська* Еколого-прогнозна оцінка природно-господарської різноманітності Карпато-Подільського регіону України. – Чернівці: – „Рута”. – 2007. – 496 с.

7. Навколишнє середовище та використання природних ресурсів у Закарпатській області. Статистичний збірник. Ужгород: – 2001. – 149 с. (рукопис).

8. Основні напрямки державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки. // Довідник з питань економіки та фінансування природокористування і природоохоронної діяльності. – К.: Вид-во „Геопринт”, 2006. – С. 39–50.

9. Охорона довкілля Буковини: 2003. – Чернівці: 2004. – 26 с. (рукопис).

10. Охорона навколишнього природного середовища. Статистичний збірник. – Львів: 2002. – 93 с. (рукопис).

11. Охорона навколишнього середовища та використання природних ресурсів України. Статистичний збірник. – К.: 2009. – 258 с.